

極域電離圏における N_2^+ の密度分布とアウトフローについて

Characteristics of N_2^+ density distribution and its outflow in the polar ionosphere

山田 学[1], 渡部 重十[1], 阿部 琢美[2], 佐川 永一[3], Andrew Yau[4]

Manabu Yamada[1], Shigeto Watanabe[2], Takumi Abe[3], Eiichi Sagawa[4], Andrew Yau[5]

[1] 北大・理・地球惑星, [2] 宇宙研, [3] 通総研, [4] カルガリー大学・天体物理学科

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ., [3] ISAS, [4] CRL, [5] Dept of Phys and Astronomy, Univ of Calgary

極域電離圏の N_2^+ 密度分布のモデル化を試みた。これにより衛星で観測される N_2^+ アップフロウがどの高度領域で発生しているかを知る手がかりを得ることができる。

日照が無く光電離の起こらない領域で N_2 と He^+ の化学反応によって生成される N_2^+ を無視できないことが判明した。衛星観測で通常より遥かに高高度で観測された N_2^+ は直接加速されたものだけでなく、 He^+ フラックスが増加した為にローカルに N_2^+ が生成された可能性も考えられる。

1. はじめに

極域電離圏でのイオン散逸は磁気圏に存在するイオンの供給源として重要である。 H^+ , He^+ といった軽いイオンの散逸は、磁力線方向への単純な加速(ポーラーウィンド)として知られている。一方、多くの衛星・ロケットによる粒子観測は軽いイオンだけでなく O^+ イオンの加速も重要であることを明らかにした。速度空間で"コニクス"と呼ばれるような特徴的な分布は、磁力線に垂直方向へのイオン加熱と関係している。高度数千 km でのイオン加熱は様々なプラズマ波動と共に観測されるが、その加熱と波動の関係や加熱の物理課程は未だ詳細に理解されていない。

我々はあけぼの衛星に搭載されたイオン質量分析機 (SMS) が得た約 10 年間のデータを統計的に解析した。その結果は H^+ , He^+ , O^+ イオンについて 1) 不変磁気緯度 60 度以上の高緯度全体で上向きに流れている, 2) 特に大きな速度で流れる領域はオーロラオーバルに似ており、磁気活動が活発になると低緯度へ拡大する, 3) フラックス量は磁力線に沿って保存されていて、11 年太陽周期と正の相関がある、といった特徴を明らかにした。

SMS は様々な質量のイオン観測を行っており、Yau et al., (1993) はより重い N_2^+ イオン等についてもアップフロウが存在することを示した。これらは磁気活動が活発な時期に千 km 程度の低高度で出現し、昼側カスプ付近等に局在していた。

Romick et al. (1999) は N_2^+ イオンの 1st negative 帯の共鳴散乱を観測し、 N_2^+ が高度 1000km 付近まで流れていることを示した。

本研究は極域電離圏の N_2^+ 密度分布のモデル化を試みる。これにより衛星で観測される N_2^+ アップフロウがどの高度領域で発生しているかを知る手がかりを得ることができる。また N_2^+ の密度分布を得ることで、アップフロウに関与した N_2^+ 共鳴散乱光を地上からの光学観測で可能かどうか見積もることも可能となる。

2. モデル

一次元で連続の式と運動方程式を用い N_2^+ の高度分布を計算する。中性大気と他の電離大気の密度、温度は、それぞれ MSIS, IRI を用いて与える。 N_2^+ の光解離は Bailey and Sellek (1989) を参考に太陽光の各周波数に対するイオン化断面積を考慮し、スケールハイトで球面上に分布する大気による太陽吸収を考えることで高緯度を計算できる様にした。

3. まとめ

現時点のモデルでは日照が無く光電離の起こらない領域で N_2 と He^+ の化学反応によって生成される N_2^+ を無視できないことが判明した。極域の冬期間を考える際、白夜となる高緯度上空は He^+ の効果を考えなくてはならない。また通常より遥かに高高度で光学的に観測された N_2^+ イオンは直接加速されたものだけでなく、 He^+ イオンフラックスが増加した為にローカルに N_2^+ が生成された可能性も考えられる。今後、対流電場、オーロラ帯での加熱、イオン加熱の効果も考え、軽いイオンが動的なモデルが必要である。また SMS で実際に観測された N_2^+ , He^+ フラックスとの関係や、モデルで考えている高度を観測している EISCAT レーダーのデータとの比較を行い、

N2+ アップフローが作り出す共鳴散乱光の地上観測可能性を考察したい。

参考文献

- ・G. J. Bailey, and R. Sellek, A mathematical model of the Earth's plasmasphere and its application in a study of He⁺ at L=3, *Annales Geophysicae*, 8, 171-190, 1990.
- ・G. J. Romick et al., Polar Cap Optical Observations of Topsyce (>900km) Molecular Nitrogen Ions, *Geophys. Res. Lett.*, 26, 1003-1006, 1999.
- ・Yau, A. W et al., EXOS-D (Akebono) observations of molecular NO⁺ and N2⁺ upflowing ions in the high-altitude auroral ionosphere, *J. Geophys. Res.*, 98, 11,205-11,224, 1993.